



⑧ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 42 811 A 1

⑥ Int. Cl. 6:  
**H 01 Q 3/00**  
H 01 Q 1/32  
G 01 S 7/02  
G 01 S 13/93

⑪ Aktenzeichen: 196 42 811.4  
⑫ Anmeldetag: 17. 10. 96  
⑬ Offenlegungstag: 30. 4. 98

⑪ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑫ Erfinder:

Schmidt, Ewald, 71634 Ludwigsburg, DE; Winter, Klaus, Dr., 71701 Schwieberdingen, DE; Mayer, Hermann, 71665 Vaihingen, DE; Lucas, Bernhard, 74395 Mundelsheim, DE; Beez, Thomas, 74189 Weinsberg, DE; Olbrich, Herbert, Dr., 71277 Rutesheim, DE

⑬ Entgegenhaltungen:

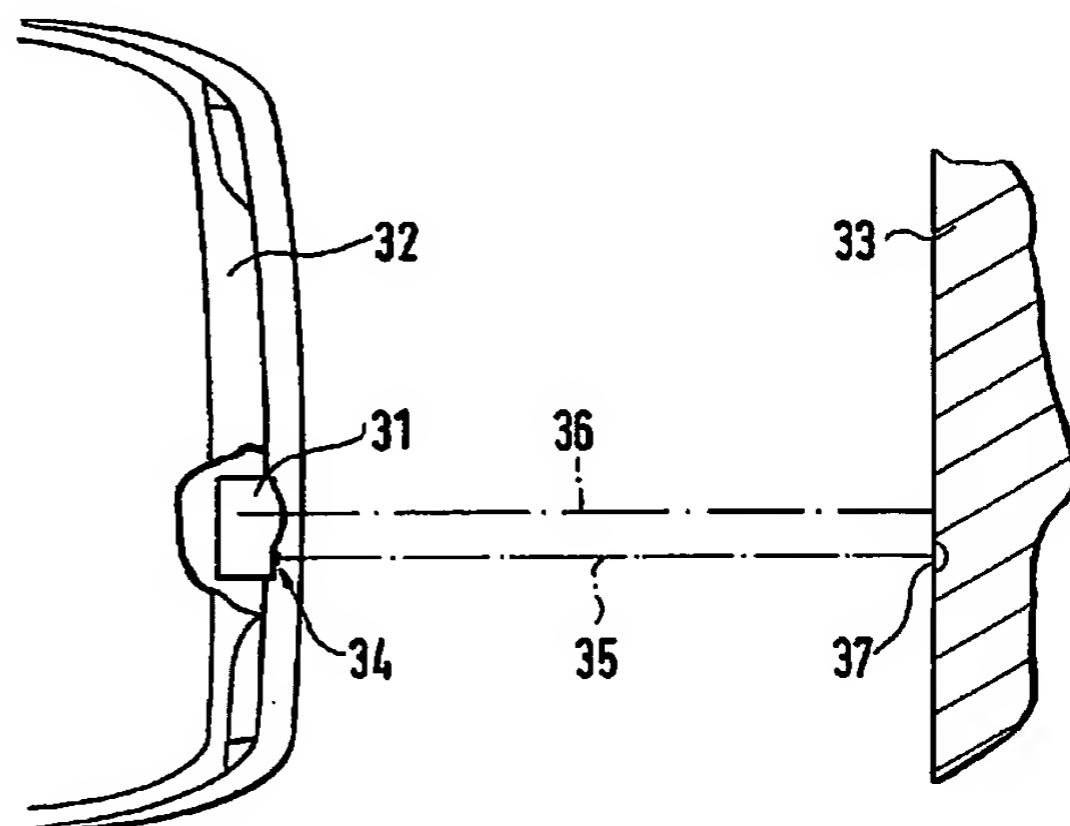
DE 42 01 214 C1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Verfahren zum Justieren einer Richtantenne eines Radarsystems und Radarsystem zur Durchführung des Verfahrens

⑤ Es wird ein Verfahren vorgeschlagen zum Justieren einer Richtantenne eines Radarsystems (31), insbesondere eines Mikrowellenradarsystems, bei dem zur Überprüfung der Justierung mindestens ein Laserstrahl (35) verwendet wird. Außerdem wird ein Radarsystem vorgeschlagen, das zur Durchführung des genannten Verfahrens geeignet ist, indem es entweder selbst mit einer Vorrichtung zur Aufnahme einer Laserquelle (34) ausgerüstet ist oder alternativ spiegelreflektierende Bereiche aufweist, die mit einer externen Laserquelle beleuchtet werden können.



DE 196 42 811 A 1

DE 196 42 811 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Justieren einer Richtantenne eines Radarsystems, insbesondere eines Mikrowellenradarsystems, sowie ein Radarsystem zur Durchführung dieses Verfahrens.

Radarsysteme unter Verwendung elektromagnetischer Wellen, insbesondere unter Verwendung von Mikrowellen mit Frequenzen oberhalb einiger 100 MHz, sind weitreichend bekannt zur Detektion von Objekten und zur Bestimmung von Geschwindigkeiten, Entferungen und Richtungen. In allen Fällen ist dabei zumindest anfänglich eine Justierung der Hauptstrahlrichtung des Radarsystems in eine bekannte oder eine gewünschte Richtung notwendig. Diese Justierung muß um so genauer erfolgen, je kleiner und damit genauer der Auflösungsbereich des Radarsystems ist. Bei einem Einsatz eines Radarsystems in einem Kraftfahrzeug zur Detektion vorausfahrender Fahrzeuge und gegebenenfalls zur Spurzuordnung dieser voraus fahrenden Fahrzeuge ist beispielsweise eine azimutale Genauigkeit von 0,5° erforderlich.

Üblicherweise erfolgt die Justierung eines Radarsystems bzw. genauer die Justierung der Hauptstrahlrichtung einer Richtantenne eines Radarsystems mit Hilfe eines Referenzziels, das beispielsweise ein sogenannter Tripelspiegel sein kann. Ein Tripelspiegel ist ein metallischer Körper, der so geformt ist, daß er aufstreffende elektromagnetische Strahlung jeweils in die Richtung reflektiert, aus der sie gekommen ist. Ein solcher Tripelspiegel wird an einer bekannten Position, d. h. in einer bekannten Entfernung und in einem bekannten Winkel zur Richtantenne des Radarsystems aufgestellt. Vorzugsweise wird dabei die Hauptstrahlrichtung des Radarsystems gewählt. Nun wird die Richtantenne des Radarsystems so justiert, daß die von dem Tripelspiegel reflektierten Radarsignale maximalen Empfangspegel annehmen. Dies bedeutet, daß die Richtantenne des Radarsystems dann dieses Referenzziel exakt beleuchtet. Ist dies der Fall, ist die Richtantenne justiert. Gegebenenfalls können anschließend zur Überprüfung der Justierung die vom Radarsystem berechneten Daten des Referenzziels, d. h. seine Entfernung und Richtung mit den voraussetzungsgemäß bekannten Daten des Referenzziels verglichen und korrigiert werden.

Alternativ kann anstelle des Tripelspiegels auch ein aktives Sendeelement verwendet werden. Nachteilig bei diesem Verfahren ist jedoch, daß zum Abgleich der Radarsignale auf einen maximalen Empfangspegel Meßgeräte erforderlich sind, die zum einen teuer sind und zum anderen vergleichsweise schwierig zu bedienen sind. Insbesondere ist einiges Wissen über die Ausbreitung und Eigenschaften von Mikrowellen erforderlich. Für eine beispielhaft angenommene Verwendung eines Radarsystems in oder an einem Kraftfahrzeug ist es jedoch wünschenswert, daß die Justierung auch im Rahmen eines normalen Werkstattservice durchgeführt werden kann, d. h. von Werkstattpersonal, das nicht unbedingt über spezielle Kenntnisse der Mikrowellentechnik verfügt.

Zur Vermeidung dieser Nachteile ist bekannt, die Richtantenne eines Radarsystems mit einem Scheinwerfer zu verbinden und die Justierung anhand des Lichtkegels des Scheinwerfers durchzuführen. Schwierigkeiten ergeben sich bei diesem Verfahren jedoch dann, wenn die Justierung mit einer sehr hohen Genauigkeit erfolgen muß. Für diesen Fall ist der Lichtkegel eines Scheinwerfers häufig nicht scharf genug. Darüber hinaus ist es insbesondere bei sehr kleinen Radarsystemen, die vorzugsweise mit sehr hohen Frequen-

zen arbeiten und die dann häufig in einem kompakten Gehäuse untergebracht sind, schwierig, einen vergleichsweise großen Scheinwerfer mit dem Radarsystem hinreichend exakt zu verbinden.

## Aufgabe, Lösung und Vorteile der Erfindung

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es dementsprechend, ein Verfahren anzugeben, mit dem die Justierung einer Richtantenne eines Radarsystems auf einfache und kostengünstige Weise schnell und trotzdem hochgenau erfolgen kann. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, ein Radarsystem anzugeben, das zur Durchführung dieses Verfahrens geeignet ist. Insbesondere soll bei der Justierung auf die Verwendung aufwendiger Mikrowellenmeßgeräte verzichtet werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß zur Überprüfung der Justierung der Richtantenne eines Radargeräts mindestens ein Laserstrahl verwendet wird. Dabei wird der Laserstrahl vorzugsweise so erzeugt, daß er in einem bekannten Winkel und in einer bekannten Entfernung zu einer Strahlachse der Richtantenne des Radarsystems verläuft. Als Strahlachse dient dabei bevorzugt die Hauptstrahlachse der Richtantenne. Die Justierung der Richtantenne des Radarsystems erfolgt nun dahingehend, daß der Laserstrahl eine vorgegebene Zielmarkierung beleuchtet.

Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß zum einen der Aufgabe entsprechend auf die Verwendung von teuren und aufwendigen Mikrowellenmeßgeräten verzichtet werden kann. Gegenüber der Justierung mit Hilfe eines Scheinwerfers kann dabei eine erheblich höhere Genauigkeit erreicht werden. Weitere Vorteile ergeben sich anhand der nachfolgenden Ausführungsbeispiele.

Zur Durchführung des Verfahrens ist es vorteilhaft, ein Mikrowellenradarsystem so auszubilden, daß es mindestens eine Vorrichtung zur Aufnahme einer Laserquelle besitzt. Dies kann beispielsweise eine Laserdiode sein, die fest an die Antenne oder in das Gehäuse des Radarsystems eingebaut ist. Alternativ genügt es, eine Vorrichtung vorzusehen, an der eine Laserdiode lösbar befestigt werden kann. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn der Laserstrahl parallel zur Hauptstrahlachse des Radarsystems verläuft.

Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn zur Überprüfung der Justierung mindestens zwei Laserstrahlen genutzt werden. Damit kann neben einer horizontalen und einer vertikalen Herstellung auch eine Verdrehung der Hauptstrahlachse des Radarsystems erkannt werden. Dies wiederum ist insbesondere bei mehrstrahligen Radarsystemen notwendig.

Besonders kostengünstig und damit vorteilhaft kann ein erfindungsgemäßes Radarsystem realisiert werden, indem es mit mindestens einem spiegelreflektierenden Bereich versehen wird. Die Justierung der Richtantenne erfolgt dann dadurch, daß ein Laserstrahl außerhalb, d. h. gegenüber vom Radarsystem auf diesen spiegelreflektierenden Bereich gerichtet wird. Die Justierung selbst erfolgt dann dahin gehend, daß der reflektierte Strahl eine vorgegebene Zielmarkierung beleuchtet. Vorteil dieser Realisierung ist, daß am Radarsystem selbst keine Haltevorrichtungen und/oder integrierte Laserquellen notwendig sind.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Nachfolgend werden zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Radarsystem mit einer Laserdiode,

Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Radarsystem mit spiegelreflektierenden Bereichen und

**Fig. 3 und 4** zwei Skizzen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**Fig. 1** zeigt den Querschnitt eines erfindungsgemäßen Radarsystems. In einem Gehäuse 10 sind auf einer L-förmigen Trägerplatte 11 beispielhaft drei Sende-/Empfangselemente 12 angeordnet. Weiterhin befinden sich auf der Trägerplatte 11 mehrere, verschiedene Bauelemente 13, die unter anderem eine Sende- und Empfangssignalaufbereitung und eine Stromversorgung beinhalten. Ausgehend von den Sende-/Empfangselementen 12 sind drei überlappende Strahlrichtungen eingezeichnet, deren Symmetrielinie 14 die optische Achse des Radarsystems bezeichnet. In Strahlrichtung der Sende-/Empfangselemente 12 ist das Gehäuse 10 durch eine dielektrische Linse 15 abgeschlossen. Sie dient gleichzeitig zur Fokussierung der elektromagnetischen Wellen. Neben der dielektrischen Linse 15, d. h. außerhalb der Strahlrichtung der Sende-/Empfangselemente 12 ist auf der L-förmigen Trägerplatte 11 eine Laserdiode 16 angebracht. Ihre Strahlrichtung 17 verläuft parallel zur optischen Achse 14.

Dieses Ausführungsbeispiel zeigt ein erfindungsgemäßes Radarsystem, bei dem eine Laserdiode 16 innerhalb des Gehäuses 10 befestigt ist. Sie kann entweder auf der Trägerplatte 11 fest verdrahtet und verlötet sein oder alternativ über eine Steckverbindung lösbar befestigt sein. Weitere Alternativen sind, daß die Laserdiode mit einer eigenen Stromversorgung ausgerüstet ist und ohne elektrische Kontaktierung nur durch eine mechanische Halterung mit dem Radarsystem verbunden wird. Besonders vorteilhaft ist dies, wenn die Verbindung starr und trotzdem einfach wieder lösbar ist. Hierzu sind selbstverständlich unterschiedlichste Konstruktionen wie beispielsweise eine Einstechhülse oder ein Halteclip denkbar. Es sei hier dem Fachmann überlassen, weitere Alternativen zu entwerfen. Ebenso ist eine Realisierung denkbar, bei der der Strahlengang 17 nicht parallel zur optischen Achse 14 verläuft. Wesentlich ist nur, daß der Winkel und die Entfernung des Strahlengangs 17 zur optischen Achse 14 bekannt sind.

**Fig. 2** zeigt die Draufsicht eines erfindungsgemäßen Radarsystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Zu sehen ist ein Gehäuse 21 sowie eine dielektrische Linse 22, durch die die erzeugten und empfangenen elektromagnetischen Wellen hindurchtreten. Auf der Frontseite des Gehäuses 21, jedoch außerhalb des Strahlengangs der elektromagnetischen Wellen, sind zwei spiegelreflektierende Bereiche 23 aufgebracht. Diese können auf einfache Weise durch Aufdampfen einer reflektierenden Schicht, beispielsweise aus Aluminium, oder durch Aufkleben einer reflektierenden Folie erzeugt werden. Die Ausgestaltung mit zwei reflektierenden Bereichen 23 bietet den Vorteil, daß neben einer horizontalen und vertikalen Justierung auch eine Verdrehung der Hauptstrahlrichtung des Radarsystems erkannt werden kann. Alternativ können die spiegelreflektierenden Bereiche natürlich auch an einer anderen Stelle des Gehäuses, beispielsweise auch auf einer Seitenwand angebracht sein. Besonders vorteilhaft ist diese Lösung, da solche spiegelreflektierenden Bereiche sehr kostengünstig realisiert werden können und nicht bei einer mechanischen oder konstruktiven Entwicklung eines Radarsystems berücksichtigt werden müssen.

**Fig. 3** zeigt eine Skizze zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Angenommen ist hierbei beispielhaft die Verwendung eines Radarsystems an einem Kraftfahrzeug. Zu sehen ist ein erfindungsgemäßes Radarsystem 31 mit einer Laserquelle 34, das in der Front eines Fahrzeugs 32 eingebaut ist. Die Aufhängung bzw. die Befestigung des Radarsystems erfolgt dabei in derselben Art und Weise, wie sie beispielsweise von Autoscheinwerfern bekannt ist. Eine

solche Aufhängung erlaubt eine Schwenkung des Radarsystems sowohl in der Horizontalen als auch in der Vertikalen. Gegenüber dem Fahrzeug befindet sich eine Zielmarkierung 37, die beispielsweise auf eine Wand oder einen Schirm 33 5 aufgebracht ist. Zur Justierung des Radarsystems wird das Fahrzeug nun an einer bekannten Position vor der Wand bzw. vor dem Schirm 33 abgestellt. Eine bekannte Position kann dabei beispielsweise auf einem Achsvermessungsstand erreicht werden. Alternativ ist eine optische Positionierung des Fahrzeugs denkbar, wie sie beispielsweise mit Hilfe eines Scheinwerfereinstellgerätes stattfindet. Wesentlich ist letztendlich, daß die Position des Fahrzeugs bzw. damit verbunden die Position des Radarsystems im Bezug auf die Zielmarkierung bekannt ist. Erfindungsgemäß wird das Radarsystem 31 nun so justiert, daß der Laserstrahl 35 die Zielmarkierung 37 beleuchtet. Die Zielmarkierung selbst kann beispielsweise ein Fadenkreuz, ein Punkt oder ein bzw. mehrere konzentrische Kreise sein. Alternativ kann die Zielmarkierung auch aus einem optischen Empfänger, beispielsweise einer Photodiode, bestehen.

**Fig. 4** zeigt eine zweite Skizze zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Ein erfindungsgemäßes Radarsystem 41 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel aus **Fig. 2** ist in der Front eines Fahrzeugs 42 eingebaut. Am Gehäuse des Radarsystems befinden sich vorzugsweise zwei spiegelreflektierende Bereiche 45. Gegenüber dem Radarsystem 41 befinden sich zwei Laserquellen 44 sowie eine Wand oder ein Schirm 43. Das Fahrzeug 42 steht wiederum in einer bekannten Position gegenüber den Laserquellen 44. Von jeder der beiden Laserquellen 44 geht ein Laserstrahl aus, der von dem oder den spiegelreflektierenden Bereichen 45 reflektiert wird. Der Laserstrahl 46a wird in den Laserstrahl 46b reflektiert. Der Laserstrahl 47a wird in den Laserstrahl 47b reflektiert. Dabei verläuft keiner der Laserstrahlen notwendigerweise parallel zur optischen Achse 50 des Radarsystems. Die Justierung des Radarsystems bzw. seiner Richtantenne erfolgt nun so, daß die reflektierten Laserstrahlen 46b und 47b die zwei Zielmarkierungen 48 und 49 beleuchten. Die Zielmarkierungen selbst können wiederum als Punkte, Kreise, Fadenkreuze oder als optische Empfänger ausgeführt sein. Die Verwendung von zwei Laserstrahlen 46b und 47b erlaubt es vorteilhafterweise, auch Verdrehungen der Hauptstrahlrichtung des Radarsystems zu erkennen. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn es sich um ein mehrstrahliges Radarsystem handelt, d. h. also ein Radarsystem mit mehreren Sende- und/oder Empfangskeulen. Selbstverständlich genügt jedoch zur Überprüfung einer vertikalen und einer horizontalen Justierung auch ein reflektierter Laserstrahl.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Justieren einer Richtantenne eines Radarsystems, insbesondere eines Mikrowellen-Radarsystems für Anwendungen in oder an Kraftfahrzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erkennung und/oder Überprüfung der Justierung der Richtantenne mindestens ein Laserstrahl verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Laserstrahl in einem bekannten Winkel und in einer bekannten Entfernung zu einer Strahlachse der Richtantenne des Radarsystems verläuft.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtantenne des Radarsystems so justiert wird, daß der mindestens eine Laserstrahl eine vorgegebene Zielmarkierung beleuchtet.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1

bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Laserstrahl von mindestens einer Laserquelle erzeugt wird, die fest mit der Richtantenne des Radarsystems verbunden ist oder zur Überprüfung der Justierung fest mit der Richtantenne des Radarsystems verbunden wird. 5

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Laserstrahl parallel zur Hauptstrahlachse der Richtantenne des Radarsystems verläuft. 10

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß der mindestens eine Laserstrahl von mindestens einer Laserquelle erzeugt wird, die der Richtantenne des Radarsystems in einem bekannten Winkel zu einer Strahlachse der Antenne gegenübersteht, 15

- daß der mindestens eine Laserstrahl von mindestens einem spiegelreflektierenden Bereich reflektiert wird, der mit der Richtantenne des Radarsystems verbunden ist und 20

- daß die Richtantenne so justiert wird, daß der reflektierte Laserstrahl eine vorgegebene Zielmarkierung beleuchtet.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei spiegelreflektierende Bereiche verwendet werden. 25

8. Mikrowellen-Radarsystem zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Radarsystem mindestens eine Vorrichtung zur Aufnahme einer Laserquelle besitzt. 30

9. Mikrowellen-Radarsystem zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Radarsystem mindestens einen spiegelreflektierenden Bereich besitzt. 35

10. Radarsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine spiegelreflektierende Bereich eine spiegelreflektierende Folie ist, die an mindestens einer Stelle des Radarsystems aufgeklebt ist. 40

11. Radarsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine spiegelreflektierende Bereich eine spiegelreflektierende Schicht ist, die an mindestens einer Stelle des Radarsystems aufgedampft ist. 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

BEST AVAILABLE COPY

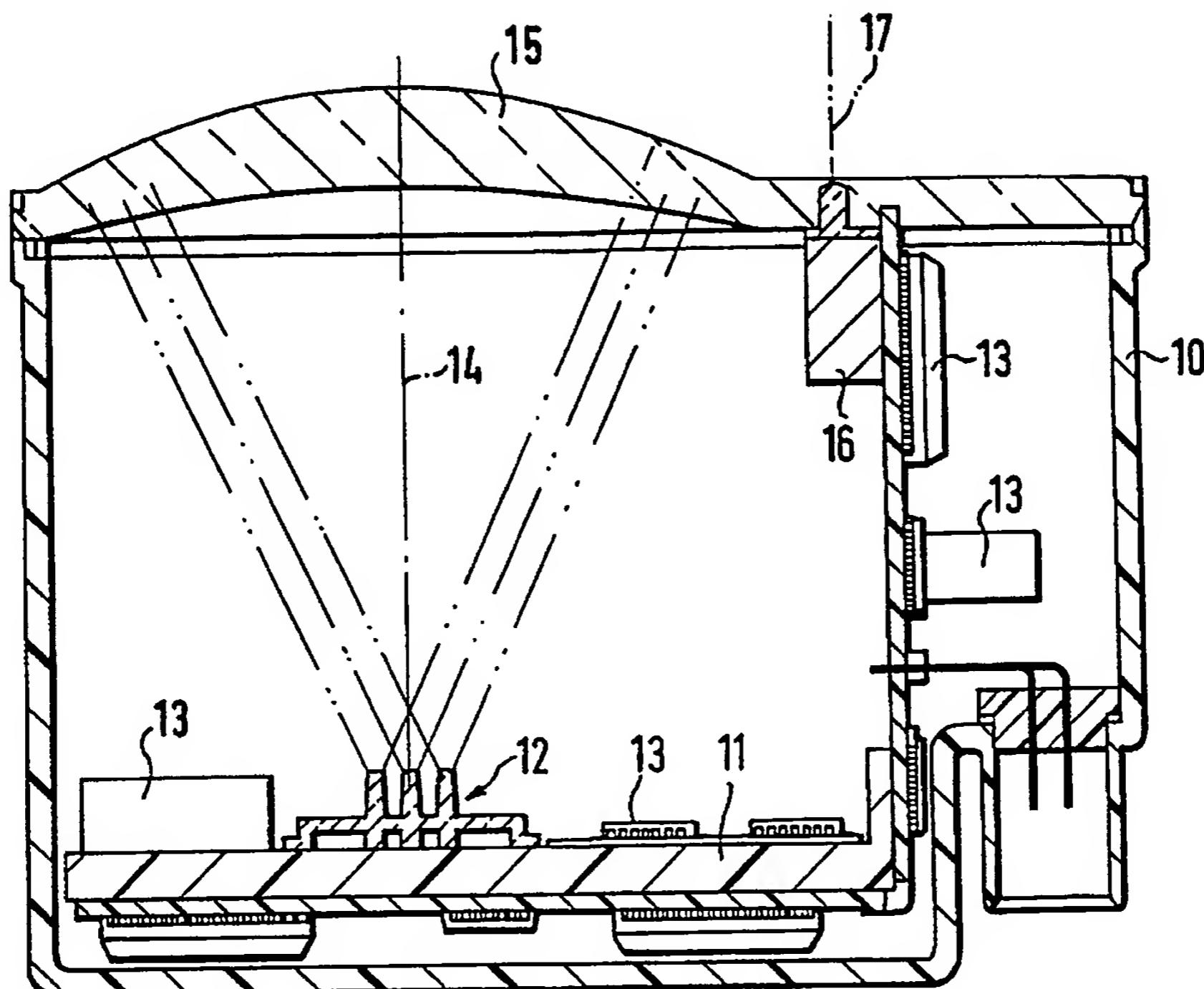
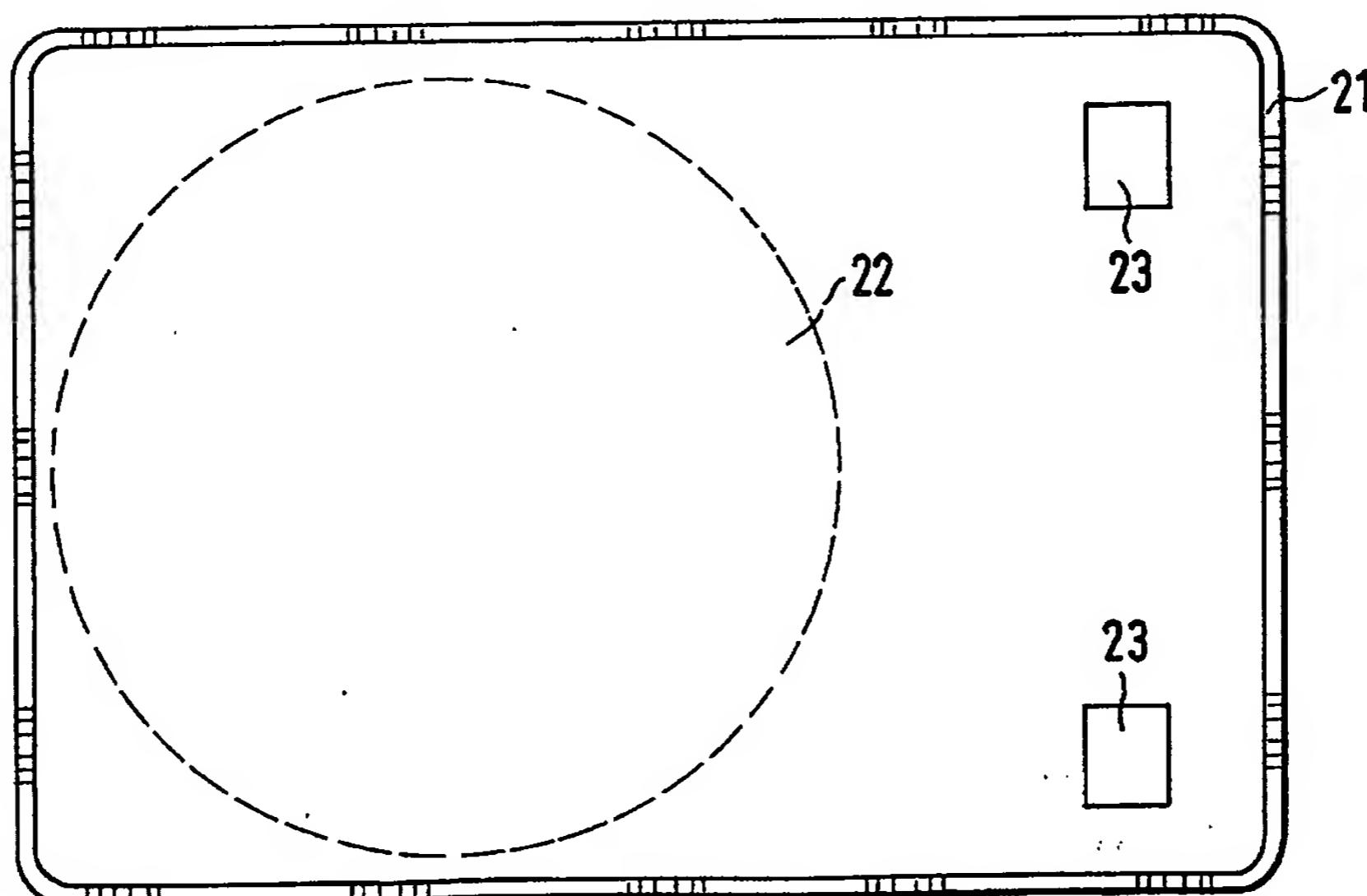


FIG. 1

FIG. 2



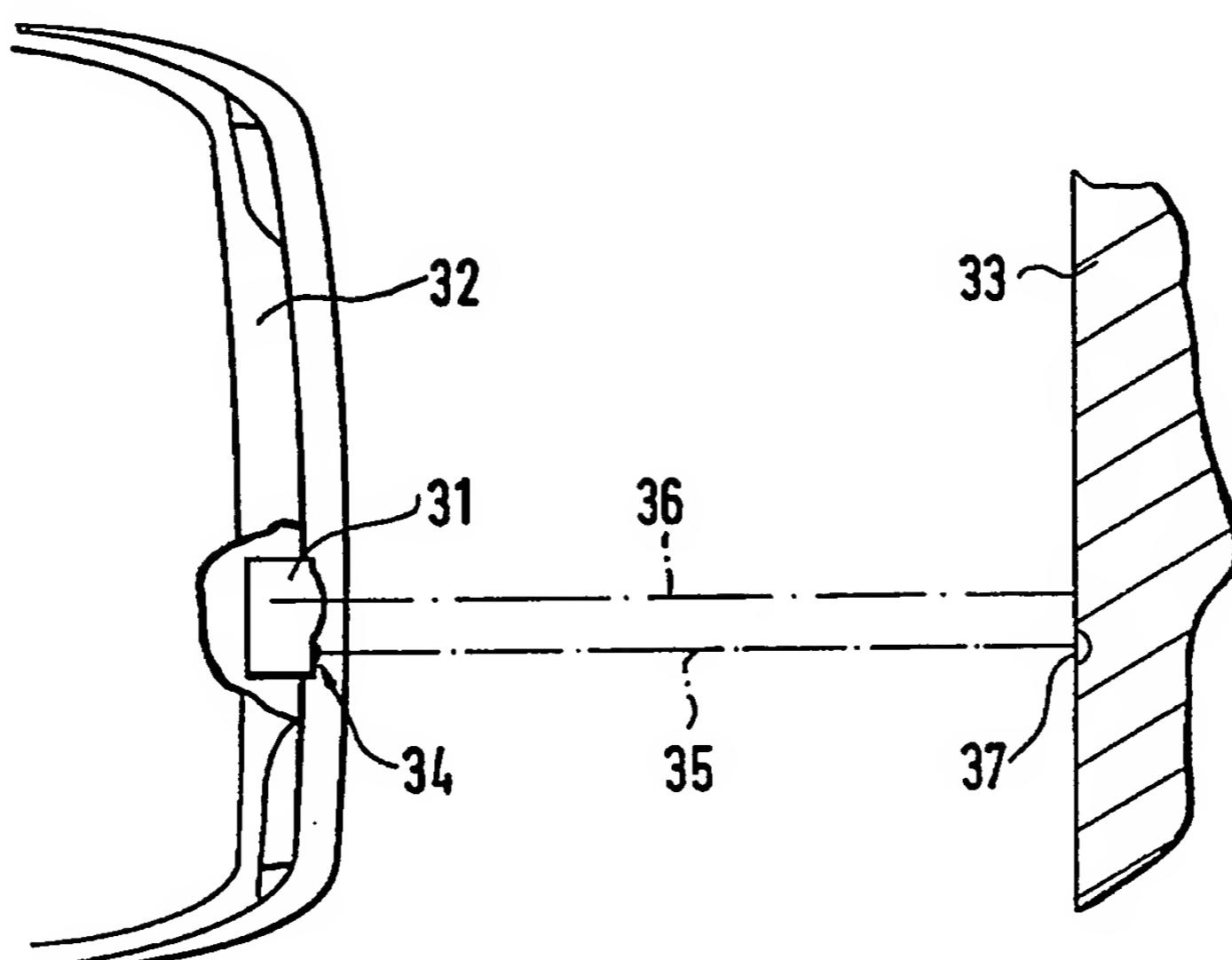


FIG. 3

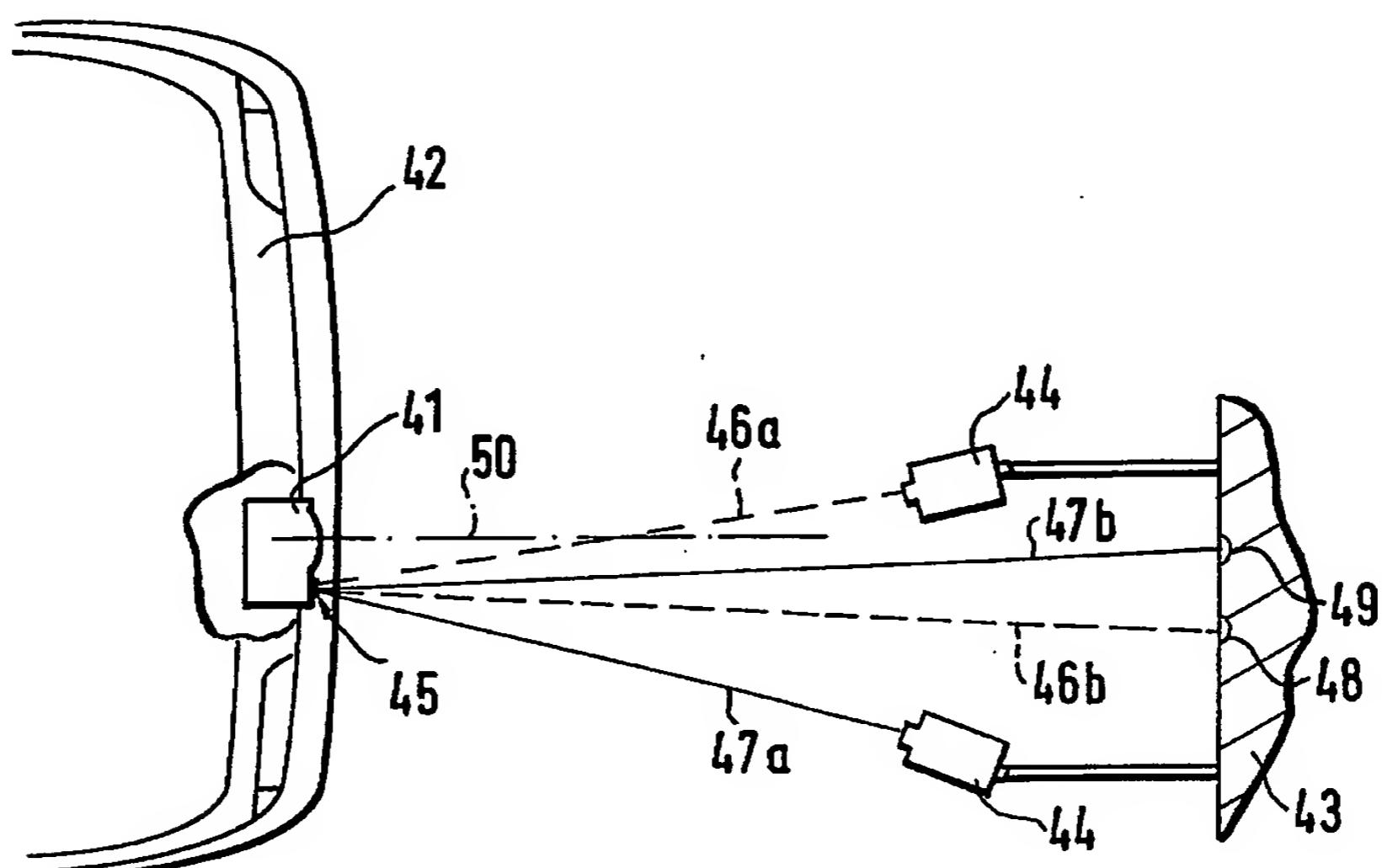


FIG. 4